

DE LA

N° 77

DÉSINFECTION PRATIQUE

PAR LES VAPEURS DE FORMOL

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue à la Faculté de médecine de Montpellier

LE 31. JUILLET 1896

PAR

Émile GALIBERT

Né à Castres (Tarn)

Ancien interne de l'hôpital civil d'Oran

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

MONTPELLIER

IMPRIMERIE CENTRALE DU MIDI

(HAMELIN FRÈRES)

1896

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

MM. MAIRET (*). DOYEN
CARRIEU. ASSESSEUR

PROFESSEURS

Hygiène.	MM. BERTIN-SANS.
Clinique médicale.	GRASSET (*).
Clinique chirurgicale.	TEDENAT.
Clinique obstétricale et gynécologie	GRYNFELTT.
Thérapeutique et matière médicale.	HAMELIN (*).
Clinique médicale.	CARRIEU.
Clinique des maladies mentales et nerveuses.	MAIRET (*).
Physique médicale.	IMBERT.
Botanique et histoire naturelle médicale	GRANEL.
Clinique chirurgicale.	FORGUE.
Clinique ophtalmologique.	TRUC.
Chimie médicale et pharmacie.	VILLE.
Physiologie.	HEDON.
Histologie.	VIALLETON.
Pathologie interne.	DUCAMP.
Anatomie	GILIS.
Opérations et appareils.	ESTOR.
Médecine légale et toxicologie	N...
Id. SARDA (Ch. du c.)	
Anatomie pathologique.	N...
Id. Bosc (Ch. du c.)	
Microbiologie.	N...

PROFESSEURS HONORAIRES : MM. JAUMES, DUBRUEIL (*), PAULET (O *)

CHARGÉS DE COURS COMPLÉMENTAIRES

Clinique annexe des maladies des enfants.	MM. BAUMEL, agrégé.
Accouchements	PUE H, agrégé.
Clinique ann. des mal. syphil. et cutanées..	BROUSSE, agrégé.
Clinique annexe des maladies des vieillards.	ESPAGNE, agrégé libre.
Pathologie externe.	N...

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

MM. BAUMEL	MM. LAPEYRE	MM. VALLOIS
BROUSSE	MOITESSIER	MOURET
SARDA	BOSC	DELEZENNE
LECERCLE	DE ROUVILLE	GALAVIELLE
RAUZIER	PUECH	

MM. H. GOT, *secrétaire*.
F.-J. BLAISE, *secrétaire honoraire*.

EXAMINATEURS
DE LA THÈSE :

} MM. DUCAMP, *président*.
GRASSET.
SARDA.
RAUZIER.

La Faculté de médecine de Montpellier déclare que les opinions émises dans les Dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leur auteur ; qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE
DE MON PÈRE ET DE MA MÈRE

A LA MÉMOIRE DE MA SŒUR

A MES PARENTS

A MES AMIS

E. GALIBERT.

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR DUCAMP

A M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ BOSC.

Chargé du cours d'Anatomie pathologique.

A MES MAÎTRES

E. GALIBERT.

INTRODUCTION

Le but que nous nous proposons dans ce travail est de démontrer la valeur pratique de la désinfection par l'emploi des vapeurs sèches d'aldéhyde formique obtenues au moyen de l'autoclave de Trillat. Les excellents résultats obtenus par les essais de désinfection par les vapeurs de formol nous ont paru donner à cet agent une supériorité incontestable sur les désinfectants employés jusqu'ici en hygiène.

L'idée de cette étude nous a été donnée par M. le professeur agrégé Bosc, qui a bien voulu nous communiquer les résultats des diverses expériences entreprises par lui sur ce sujet.

Qu'il veuille bien recevoir ici avec nos remerciements les plus sincères l'expression de notre profonde gratitude.

Nous remercions aussi M. H. Imbert, chargé de cours à l'École supérieure de pharmacie de Montpellier, du bienveillant et précieux concours qu'il nous a donné pour la rédaction de la partie clinique de ce travail.

Que M. le professeur Ducamp veuille bien recevoir ici l'assurance de notre vive et respectueuse reconnaissance pour la sympathie qu'il nous a toujours témoignée et pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant la présidence de notre thèse.

DE LA

DÉSINFECTION PRATIQUE

PAR LES VAPEURS DE FORMOL

I

Étude chimique du formol

Formule : CH_2O

Synonymie : Aldéhyde formique; formaldéhyde; formaline; méthanal; oxyde de méthylène.

Le formol pur n'a pu encore être isolé à cause de la facilité avec laquelle il se polymérise en paraformol ou trioxyméthylène lorsqu'on cherche à concentrer une solution de ce corps au delà de 50 pour 100 en volume. Aussi, pour les besoins de la médecine, le commerce fournit-il des solutions de formaldéhyde. Depuis quelque temps il livre également des appareils formogènes dont nous allons établir le principe dans ce qui suit :

Le formol s'obtient synthétiquement en faisant réagir l'iode de méthylène sur l'oxyde d'argent :



L'oxydation de la méthylamine par le permanganate de

potassium donne aussi naissance à de l'aldéhyde formique.

La formaldéhyde se produit encore lorsqu'on soumet à l'action de la décharge obscure un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène.

On prépare aujourd'hui le formol, soit en solution, soit dans les appareils formogènes, par l'oxydation incomplète de l'alcool méthylique.

Hofmann, qui a découvert ce corps, en 1868, avait déjà mis à profit cette réaction en lançant, dans un tube de platine rempli de fils de même métal légèrement chauffés, un courant d'air qu'il faisait barboter préalablement dans un flacon contenant de l'alcool méthylique porté à l'ébullition. Le mélange d'air et d'alcool arrivant sur le fil de platine donnait naissance à de l'aldéhyde formique. Une distillation convenable du liquide qui se condensait permettait de séparer l'alcool méthylique en excès par volatilisation ; puis, par des congélations successives, on arrivait à concentrer la solution de façon à ce qu'elle contînt 10 pour 100 d'aldéhyde.

Les appareils de Trillat, qui sont surtout employés aujourd'hui, soit pour la préparation industrielle du formol, soit pour la préparation de petites quantités de ce corps, sont basés sur le même principe. Dans l'un et l'autre cas, un mélange d'air et de vapeurs d'alcool méthylique est envoyé dans un tube en cuivre contenant du coke à la température du rouge sombre. Une trompe, mise en communication avec l'appareil producteur, permet de soustraire les vapeurs d'aldéhyde formique à une oxydation plus avancée. Le formol, mélangé d'eau et d'alcool méthylique, se condense dans des récipients refroidis. Il ne contient alors que de très faibles quantités d'acides formique et acétique.

Mais si, durant l'opération, le coke était porté à l'incandescence, une oxydation plus complète de l'alcool déterminerait la formation d'anhydride carbonique.

PROPRIÉTÉS. — L'aldéhyde formique pure est un gaz à odeur piquante, provoquant le larmolement, à réaction neutre, miscible à l'eau et à l'alcool méthylique en toutes proportions.

Le commerce livre, sous le nom de formol ou d'aldéhyde formique, des solutions aqueuses dont la concentration maxima est de 50 pour 100 en volume. Si on cherche à augmenter cette concentration, il se forme du glycol méthylénique $\text{CH}^2(\text{OH})^2$ et du diformol $(\text{CH}^2\text{O})^2$.

Cette solution chauffée ne dégage pas sensiblement de gaz, mais l'aldéhyde s'y polymérise en donnant du trioxyméthylène ou paraformaldéhyde $(\text{CH}^2\text{O})^3$.

La facile polymérisation du formol rend son emploi difficile dans la désinfection des appartements.

La difficulté a été tournée par Trillat de deux manières :

Il a indiqué l'emploi d'appareils formogènes, dans lesquels se passent les réactions que nous avons signalées dans la préparation du formol, et qui lancent les produits de ces réactions dans les pièces à désinfecter.

En réalité, ces appareils permettent de déterminer l'oxydation incomplète de l'alcool méthylique en présence de l'air, au moyen d'une toile de platine portée préalablement à l'incandescence par la combustion de l'alcool méthylique, après quoi l'arrivée d'un mélange de vapeur d'alcool méthylique et d'air suffit pour maintenir l'incandescence de la toile et l'oxydation de l'alcool, phénomène analogue à celui que l'on voit se produire dans le thermocautère maintenu au rouge par un mélange d'éther ordinaire et d'air.

Plus tard, Trillat est arrivé à entraîner la solution de formaldéhyde dans l'atmosphère par la vapeur d'eau produite dans un autoclave à 120 ou 130°. L'entraînement du formol est facilité par la présence dans le récipient de substances inertes ou de sels en dissolution.

Malheureusement cette méthode détermine la formation de trioxyméthylène, à odeur très pénétrante, adhérent aux parois des appartements.

Mais le même auteur a montré que la solution de formol chauffée sous une pression de trois à quatre atmosphères peut être volatilisée sans production de paraformaldéhyde. L'opération se fait dans un autoclave pouvant supporter une pression de cinq atmosphères au moins.

La densité de la solution à 50 pour 100 de formol est de 1088 à 15°.

La réaction est neutre au tournesol.

La liqueur aqueuse d'aldéhyde formique réduit le nitrate d'argent faiblement ammoniacal.

Elle réduit la liqueur de Fehling même à froid.

Le bisulfite de sodium y donne un précipité cristallin de bisulfite formaldéhyde de sodium.

L'ammoniaque y détermine la précipitation d'une base complexe, l'hexaméthylène-tétramine Az (CH^3 . Az = CH^3)³; ce corps a permis à Romijn d'indiquer un certain nombre de réactions très sensibles, permettant de déceler des traces de formol dans un liquide. Le cadre de ce travail ne nous permet pas d'insister sur ces réactions qu'on trouvera, soit dans: *Nederl. Tijdschn. voor Pharm., Chem. u. tox.*, juin 1895, soit dans le *Journal des nouveaux remèdes*, 1895, page 500.

Avec une dissolution aqueuse très étendue d'aniline, l'aldéhyde formique, même en très petite quantité, donne un trouble blanc nuageux très caractéristique d'anhydro-formaldéhyde-aniline.

La solution aqueuse étendue d'un sel de fuchsine vire au violet bleu par addition de quelques gouttes de formol.

Une dernière réaction caractéristique de ce corps est la suivante : On chauffe du formol avec de la diméthylaniline et de l'acide sulfurique étendu ; on rend alcalin, on chasse l'excès

de diméthylaniline par la vapeur d'eau et on filtre. On humecte le filtre avec de l'acide acétique et on y projette de l'oxyde de plomb; il se forme une coloration bleue intense.

Les propriétés que nous venons d'indiquer vont nous permettre de rechercher les impuretés que l'on trouve le plus souvent dans l'aldéhyde commerciale.

Une densité plus faible que 1088 à 15° indiquerait une concentration inférieure à 50 pour 100, mais une densité plus considérable, décelant une concentration supérieure à 50 pour 100, ferait craindre une trop grande tendance du produit à se polymériser en paraformol, sauf le cas où l'augmentation de densité serait produite par l'addition frauduleuse d'un produit étranger. Toutefois on peut admettre une variation de la densité du formol commercial de 1080 à 1088 à la température ordinaire, mais on ne saurait tolérer une densité inférieure à 1080.

Une réaction acide accuserait la présence probable de l'acide formique qu'on pourrait déceler par neutralisation du liquide au carbonate de calcium, filtration et réaction particulière de cet acide. On pourrait également doser la quantité d'acide formique en déterminant la quantité de chaux qui se trouve dans le filtratum.

La présence de l'alcool méthylique qui constitue l'impureté la plus fréquente du produit peut être mise en évidence en soumettant le formol à la distillation à 66°.

Enfin la présence d'une substance fixe serait démontrée par le résidu que laisserait la solution de formol soumise à une température un peu supérieure à 152°, température de volatilisation du trioxyméthylène.

II

Des emplois du formol en médecine et en hygiène

En 1888, Trillat avait remarqué que l'urine additionnée d'aldéhyde formique devenait imputrescible. Loew (Munchn. med. Woch., 1888), puis Buchner et Segalle (Munchn. med. Woch., 1889), signalèrent également les propriétés désinfectantes de la formaline.

Ces diverses observations furent le point de départ de nombreuses études sur le formol, dont le résultat a été de faire servir ce produit à des applications multiples aussi bien médicales qu'industrielles.

Toutes ces applications, dit M. le Dr Bardet (Bulletin général de Thérapeutique, 1895, p. 293) « sont dues à la propriété particulière que possède le formol de durcir les substances azotées du genre de la gélatine et de les *fixer* dans le sens histologique. Toute gélatine ou tout tissu gélatineux touché par une quantité infinitésimale de formol devient insoluble dans l'eau, même dans l'eau bouillante. Il est rationnel de supposer que l'action antiseptique vraiment surprenante de l'aldéhyde formique est due à ce que ce composé *fixe* de la même manière l'enveloppe chitineuse des bactéries et de leurs spores, les rendant ainsi impropres aux échanges vitaux. ».

Les propriétés antiseptiques et désinfectantes du formol soit en solution, soit à l'état de vapeurs, ont été mises en évidence par un grand nombre d'expériences dont nous n'allons brièvement rappeler que les plus concluantes.

Trillat a prouvé que la puissance antiseptique du formol

en solution était supérieure à celle du bichlorure de mercure. Pour cela il a institué des essais comparatifs avec des bouillons préparés avec du jus de viande frais. Des vases renfermant chacun dix centim. cubes de bouillon ont été additionnés d'antiseptiques, puis placés dans une étuve à température constante de 30°. L'aldéhyde formique s'est montrée beaucoup plus active que tous les autres antiseptiques et en particulier le sublimé pour retarder les fermentations. Tandis que des bouillons contenant un six-millième de bichlorure de mercure se sont décomposés après cinq à six jours, des bouillons renfermant un douze-millième seulement de formol étaient encore intacts après plusieurs semaines.

Les bouillonsensemencés avec le *bacillus anthracis* sont infertilisables à la dose d'un vingt-cinq millièmes.

Dans l'eau d'égout renfermant 1,800,000 bactéries environ par centim. cube, tous les germes sont détruits en quelques heures par l'addition de petites quantités de formol.

Trillat a encore montré que l'action antiseptique du formol s'exerçait puissamment sur les ferments lactique et butyrique en particulier.

Le pouvoir désodorant de la formaldéhyde est également très énergique.

Si le formol en solution possède de remarquables propriétés antiseptiques, il n'est pas moins actif à l'état de vapeurs.

Berlioz et Trillat ont fait à ce sujet de très sérieuses et concluantes études.

Ils ont démontré d'abord que les vapeurs d'aldéhyde formique sont très rapidement diffusées dans les tissus animaux et les rendent imputrescibles.

Pour démontrer l'action antiseptique des vapeurs de formol, ils ont institué les expériences suivantes :

Sous une cloche de dix litres, on place divers bouillons stérilisés etensemencés par les microbes du jus de viande

en décomposition, et un récipient contenant 5 centimètres cubes de solution de formol à 40 0/0. Les faibles vapeurs qui se dégagent suffisent pour empêcher le développement des bactéries.

Les mêmes résultats sont obtenus en ensemençant les bouillons avec des bacilles qui se trouvent dans les eaux d'égout, le *bacillus anthracis*, le coli-bacille, le bacille d'Eberth, etc.

Un flacon de bouillon, peuplé de bacilles d'Eberth, a été placé sous une cloche renfermant une solution aqueuse de formol commercial à 40 0/0. Après une demi-heure, une parcelle de culture a été prélevée avec l'anse de platine et transportée dans un bouillon nutritif : ce bouillon est resté infertile.

L'action microbienne des vapeurs du formol peut encore être mise en évidence par l'expérience suivante : Des morceaux de toile, imbibés de culture de bacilles (Eberth, bactériodie charbonneuse sporulée, etc.), sont suspendus dans un flacon dans lequel on fait arriver un courant d'air ayant traversé une solution de formol à 5 0/0. Toutes les cinq minutes, on retire un morceau de toile et on le transporte dans du bouillon placé à l'étuve. On constate de la sorte que la bactériodie charbonneuse est tuée après vingt minutes, le bacille d'Eberth après vingt-cinq minutes d'exposition. Si on remplace le formol par une solution d'essence de cannelle de Ceylan ou de créosote à 5 0/0, réputées comme très antiseptiques, les résultats obtenus sont notablement inférieurs.

La même expérience a été faite sur un morceau de toile imprégné de culture d'Eberth, puis desséché. Après dix minutes d'exposition au courant d'air traversant la solution de formol à 5 0/0, le morceau de toile a été ensemenché dans du bouillon. Ce bouillon est resté clair pendant quinze jours.

D'autres auteurs, tant en France qu'à l'étranger, ont étudié

le sujet qui nous occupe, et leurs travaux sont venus, pour la plupart, confirmer les résultats que nous avons relatés :

Pour J. Stahl (*Pharm. Zeit.*, 1893, n° 22), le formol en solution peut être considéré comme très voisin du sublimé au point de vue microbicide, voire même supérieur à celui-ci, en présence d'un liquide albumineux (le formol, en effet, ne coagulerait pas l'albumine).

Sous forme de vapeurs, mélangées à l'air en proportion de 2,5 0/0, la formaline détruit tous les microbes, même dans leur forme résistante. Tous les objets sont stérilisés sans être détériorés, après avoir subi la pulvérisation d'une solution aqueuse d'un demi à 2 0/0 de formol. La formaline n'attaque dans les tissus que les agents pathogènes seuls, en respectant les corps organiques et inorganiques que ces germes ont envahis. Le formol pourrait être appelé une sorte de sublimé inoffensif. En outre la facilité de son maniement et son bon marché ajouteraient encore leur appoint à sa valeur pratique.

Liebreich (*Therap. Monatsh.*, avril 1893), Aronson (*Berlin Klin. Wochensch.*, 1892, n° 30), de Buck et Vanderlinden (*Ann et bull. soc. méd. de Gand*, sept. 1892), Schmidt, Slater et Rodrat, Carlo Ascoli (*Giornalli della R. Accad. di med. di Torino*, 1894), Berlioz, Miquel (*Annales de micrographie*, 1894 et 1895), etc., etc., ont tiré de leur différentes expériences des conclusions identiques à celles que nous avons déjà citées.

La toxicité du formol a été étudiée, mais d'une façon un peu succincte, par Aronson, Trillat, Pottevin, etc.

Cette étude a été reprise à Montpellier par MM. Bosc et Bataillé, et les résultats de leurs nombreuses expériences les ont amené aux conclusions qui suivent :

La toxicité du formol ordinaire liquide est considérable, mais moins grande cependant que ne l'avaient pensé les au-

teurs qui s'étaient précédemment occupés de la question. L'injection de formol pur dans les veines tue immédiatement l'animal par arrêt de la respiration et du cœur avec des phénomènes convulsifs.

Les solutions sont moins toxiques à mesure que la dilution est plus forte, et les animaux peuvent supporter des injections répétées de faibles doses de la solution de formaldéhyde à 1 pour 150. Cependant, ils deviennent de plus en plus sensibles aux doses injectées, alors même qu'elles sont très minimes.

En injections sous-cutanées, les solutions même étendues produisent des eschares très volumineuses.

La toxicité des vapeurs de formol, plus spécialement étudiée par Bosc et Bataillé, est moins grande qu'elle n'a paru à Pottevin. Au lieu de conclure, comme ce dernier, qu'il y a lieu de se méfier de ces vapeurs, les auteurs précédents pensent que ces vapeurs ne peuvent être nuisibles, à moins d'un séjour trop prolongé dans un local saturé.

Des animaux, cobayes ou lapins, enfermés dans un espace saturé de vapeurs de formaldéhyde, ont présenté du larmolement et un écoulement nasal abondant, de l'inquiétude vive, mais ils ont vécu très longtemps dans ce milieu, pendant plusieurs heures, et sont ensuite revenus à la normale.

Comme, dans la pratique de la désinfection par le formol, l'homme n'a pas à se trouver en contact prolongé avec les vapeurs, sauf au moment de l'ouverture des orifices du local désinfecté, il n'y a donc aucun danger à redouter, d'autant plus que les voies respiratoires peuvent être protégées par un masque. Les pièces désinfectées peuvent être habitées sans crainte après un balayage du formol par un courant d'air, et quelques minutes après la disparition des vapeurs est suffisante pour qu'on puisse séjourner assez longtemps sans inconvénient dans les salles ; au bout de 4 à 5 heures on peut

les usager de nouveau, la disparition du formol pouvant être considérée comme complète. D'ailleurs, dans les milieux où les vapeurs ne restent qu'en faibles proportions, les animaux vont et viennent, mangent sans en paraître nullement incommodés.

Après ce court exposé des propriétés antiseptiques et désinfectantes du formol, nous allons maintenant donner un aperçu rapide des applications si diverses qui en ont été faites, tant au point de vue de la médecine qu'au point de vue de l'hygiène.

On a cherché à appliquer à l'antisepsie chirurgicale et obstétricale le pouvoir infertilisant du formol. Ces essais n'ont pas été suivis de succès. Schmitt a observé qu'un contact d'une heure avec une solution à 1/1000 n'empêchait pas le développement microbien ; ce résultat, pour être atteint, demanderait six heures. Or, à cette dose, le formol est inutilisable pour l'antisepsie des plaies et des muqueuses, à cause de son action irritante et caustique.

Le formol s'est montré très efficace pour la stérilisation des mains ; on l'obtient complète en les lavant avec une solution de formol à 3 pour 100, surtout si l'on y ajoute un peu d'alcool.

Quant aux instruments métalliques, les expériences faites à cet égard ont donné des résultats moins satisfaisants.

Les sondes en gomme sont bien aseptisées par la vapeur de formol.

On a préparé du catgut au formol qui est parfaitement stérilisé et qui ne perd rien de son élasticité ni de sa résistance.

Le formol a été employé avec succès comme antiseptique oculaire par Valude d'abord (*Annales d'oculistique*, 1893, p. 19) en instillations, à la dose de 1 à 2 pour 100, dans le traitement des conjonctivites ordinaires, de l'ophtalmie des nouveau-nés, etc.

Olivier (Thèse de Bordeaux, 1894) rapporte également les bons effets qu'ont donné, soit les lavages à 1 ou 2 pour 1000, soit les instillations à 1 ou 2 pour 100 de solution de formaldéhyde dans le traitement des ophtalmies purulentes, des conjonctivites, dacryocystites, etc.

Les résultats obtenus par J.-J. Stozeminski (Wracht, 1896) confirment les précédents.

Se basant sur le fait que le formol ne précipite pas les alcaloïdes, Valude l'a employé avec un grand succès pour obtenir l'asepsie absolue des collyres.

L'emploi de l'aldéhyde formique a été appliqué à l'antisepsie des voies génito-urinaires. Il aurait donné à Orloff (*Vožénno méd. journal*, mai 1895), en solutions ne dépassant pas 5 pour 100 de bons résultats dans le traitement de l'urétrite blennorrhagique. La désinfection de l'urèthre serait ainsi obtenue d'une façon complète, et les gonocoques disparaîtraient très rapidement des sécrétions.

Berlioz a institué des expériences sur les animaux et sur l'homme, dans le but d'appliquer le formol au traitement de la tuberculose et de la diphtérie. Ces expériences ont en partie échoué.

Les injections intra-musculaires de formaldéhyde émulsionnée dans l'huile ou la vaseline ont provoqué de violentes douleurs et souvent des abcès.

Les pilules de formol ont été mal supportées.

Les lavements d'huile formolée sont douloureux.

Seules les inhalations d'air ayant barboté dans une solution d'aldéhyde formique et introduisant en même temps dans les voies respiratoires un courant d'acide carbonique, auraient diminué la quantité et la purulence des crachats chez les phthisiques.

Ces inhalations ont été trouvées vraiment actives dans les coryzas et trachéo-bronchites aiguës.

Mais c'est surtout dans l'enrouement que Berlioz a observé les plus beaux résultats. Sous l'influence d'une inhalation de cinq minutes, la voix reprendrait sa limpidité et sa clarté.

Hamel (Acad. de méd., 11 février 1896) a imaginé un appareil destiné à permettre l'inhalation facile d'une solution de formol à 2 pour 100. Ce traitement, essayé dans la tuberculose pulmonaire, la dilatation des bronches et la gangrène pulmonaire, a eu surtout pour résultat d'atténuer la toux, de diminuer l'expectoration et de faire disparaître en partie la fétidité des crachats.

Certains produits dérivés du formol : formopyrine, iodoformoline, iodéthylormine, brométhylformine, etc., ont été expérimentés pour l'usage interne.

L'aldéhyde formique a encore été employée à la conservation des viandes, des cadavres, des pièces anatomiques ; son pouvoir fixateur a été utilisé en histologie.

Elle pourrait être efficacement utilisée pour désodoriser et stériliser les matières fécales dans une épidémie de choléra, par exemple. Il suffit, en effet, de mélanger pendant dix minutes les masses à désinfecter avec une solution de formol à 10 pour 100 pour obtenir une stérilisation complète de tous les germes.

Mais ce qui nous intéresse surtout et ce qui donne au formol sa principale valeur, c'est son emploi comme désinfectant pratique.

Pour obtenir ce résultat, il semblerait que le procédé le plus simple serait d'évaporer directement la solution commerciale de formol sur de larges surfaces. Ce procédé, pratiqué pour assurer la désinfection dans des espaces très réduits, tels qu'une armoire, n'a pas donné de résultats bien satisfaisants.

Nous avons vu, en effet, que la solution de formaldéhyde n'émet que peu de vapeurs, et que, de plus, dès qu'on évapore la solution commerciale de formol, il se produit, au fur

et à mesure que la concentration augmente, une polymérisation du formol en trioxyméthylène, et finalement on obtient un résidu qui se solidifie et finit par brûler. D'après les essais de Trillat, le cinquième environ de la solution peut être ainsi effectivement utilisé.

C'est pourquoi Philipp a trouvé qu'il fallait 8 kilogrammes de la solution pour stériliser une pièce de 100 mètres cubes.

Le procédé qui consiste à pulvériser la solution de formaldéhyde par un appareil pulvérisateur à grand débit ne peut, pour les mêmes raisons, être employé pour la pratique de la désinfection. Trillat et Bardet ont, en effet, démontré que la désinfection d'une pièce moyenne ne pouvait être obtenue même en pulvérisant de grandes quantités de formol.

D'autres procédés plus ou moins pratiques ont été encore imaginées pour obtenir la désinfection, entre autres celui qui consiste à entraîner des vapeurs de trioxyméthylène par de l'acide carbonique. A l'inconvénient d'avoir à préparer le trioxyméthylène se joint celui de l'introduction d'un gaz délétère.

En présence des inconvénients qu'offraient ces différentes méthodes, Trillat d'abord, puis Cambier et Brochet, ont eu l'idée de produire directement et sur place les vapeurs d'aldéhyde formique.

Pour cela, Trillat a imaginé et fait construire des lampes formogènes de divers modèles, auxquelles il a successivement apporté des perfectionnements. Tous ces appareils sont basés sur le principe de l'oxydation incomplète de l'alcool méthylique en présence de l'air et d'une substance légèrement chauffée : toile métallique, coke, charbon de cornue, etc.

Nous ne décrirons pas ces appareils, nous contentant de consigner les résultats qu'en ont obtenu Bardet et Trillat.

Les expériences ont été faites avec un appareil formogène, dont la consommation monte au maximum à 7 ou 8 litres

d'alcool pour une mise en marche de dix heures. La consommation de 4 à 6 litres est plus que suffisante pour la désinfection de 200 à 300 mètres cubes de capacité, ce qui porte la dépense à environ 2 fr. 50 pour 100 mètres cubes désinfectés. L'action des vapeurs de formaldéhyde sur les meubles, tentures, papiers, est nulle. Son odeur persiste pendant longtemps. Après avoir désinfecté un appartement, il faut laisser un courant d'air établi pendant vingt-quatre heures, afin de permettre à l'odeur de disparaître complètement.

Les expériences auxquelles M. Bardet s'est livré paraissent concluantes. Il a fait préparer des cultures notoirement virulentes, des microbes pathogènes suivants : microbes du charbon, de la diphtérie, de la tuberculose, staphylocoque. Ces matières ont été inoculées à des cobayes : tous sont morts. La virulence ainsi établie, les liquides ont été distribués au compte-gouttes sur de petits carrés de linge, de laine, de bois et distribués dans les différentes pièces des appartements dans lesquels Bardet allait opérer la désinfection. Des témoins ont été faits à chaque opération avec des matériaux semblables et ont servi, par culture et inoculation, à contrôler la valeur pathogène des substances mises en expérience. Après chaque essai, les matériaux désinfectés ont été mis en culture à l'étuve, dans les divers milieux appropriés, et des échantillons pris au hasard ont servi à pratiquer ces inoculations. A la fin des opérations d'essai, des cultures ont été effectuées avec les témoins conservés pour cela, et les animaux inoculés sont morts.

Chaque fois qu'un animal a succombé ou qu'il a été sacrifié, l'étude bactériologique du sang a été faite par culture et par inoculation, de manière à vérifier l'état de l'animal et la cause exacte de sa mort. Bardet a pu constater ainsi que les témoins d'avant et d'après les opérations avaient bien suc-

combé à la maladie déterminée par le germe morbide inoculé.

Bardet a fait 9 opérations dans un appartement de plain-pied, d'une capacité de 210 mètres cubes et composé de 8 chambres ou cabinets ; il en a fait 2 autres dans un local composé de 3 plans superposés, représentant une capacité de plus de 300 mètres cubes.

L'appareil était placé au rez-de-chaussée; les vapeurs cubes d'aldéhyde formique montaient au 1^{er} étage où elles se répandaient dans quatre pièces et de là montaient par un escalier placé en angle à un 2^e étage formé de deux pièces.

Après la désinfection, les cultures et inoculations pratiquées avec les matériaux contaminés placés dans les diverses pièces de l'appartement sont restées sans résultats, ce qui démontre que, dans ces différents locaux, la stérilisation avait été obtenue d'une façon parfaite.

Aussi les conclusions de M. le docteur Bardet sont-elles les suivantes :

Des vapeurs de formol produits par un grand appareil et en grande quantité sont capables d'opérer la désinfection absolue des grands locaux.

En se servant d'un appareil capable de transformer à l'heure un litre d'alcool méthylique en aldéhyde formique, on a pu obtenir en deux heures la stérilisation d'un appartement.

Sans se fier à ce temps très court, on peut affirmer qu'une moyenne de six heures de fonctionnement de l'appareil formogène suffit pour obtenir avec certitude la désinfection d'un local de 300 mètres cubes.

Les vapeurs de formol n'ont aucune action fâcheuse sur les objets mobiliers ; elles peuvent disparaître rapidement par une simple aération de quelques heures.

On voit par là les bons résultats que peut donner cette méthode dans la désinfection pratique.

Les expériences faites par le D^r G. Roux et Trillat à Lyon,

au moyen du même appareil à oxydation, sont venues pleinement confirmer les conclusions de Bardet. Roux a montré en outre qu'il n'y avait à craindre dans l'emploi de cet appareil formogène aucun danger d'intoxication par l'oxyde de carbone.

Pour donner à sa méthode de désinfection une valeur pratique plus considérable et en faciliter l'emploi, Trillat a cherché le moyen de produire la formaldéhyde gazeuse en utilisant directement sa solution.

Il a obtenu ce résultat au moyen de l'autoclave que nous allons décrire dans le chapitre suivant.

III

Désinfection par les vapeurs sèches de formol au moyen de l'autoclave de Trillat.

Trillat a imaginé son nouvel appareil en se basant sur les observations suivantes :

Il constata que la vapeur d'eau surchauffée pouvait, en passant dans une solution de formaldéhyde contenant un sel neutre en dissolution, entraîner rapidement les vapeurs aldéhydiques. Quatre à cinq heures de passage de vapeur d'eau dans une solution de formol suffisent pour saturer un espace de sept cents m. c., au point de stériliser après dix-huit heures de contact les germes pathogènes disposés dans les diverses parties du local. Toutefois cette méthode a l'inconvénient de laisser une odeur un peu persistante. Cette odeur est due à l'adhérence de produits condensés contre les parois des murs après l'évaporation de l'humidité provenant de la vapeur d'eau.

Pour obvier à ce sérieux inconvénient, il fallait donc trouver le moyen d'obtenir les vapeurs de formol *sèches*.

Ce problème de la transformation directe de la solution de formaldéhyde en vapeurs sèches a été résolu par Trillat en se basant sur le principe suivant : la solution de formol, chauffée dans un autoclave, sous une pression de trois à quatre atmosphères, laisse dégager ses vapeurs sans formation de produit polymérisé.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL ET MODE OPÉRATOIRE

L'appareil se compose d'un simple autoclave en cuivre, non émaillé, pouvant supporter une pression de cinq à six atmosphères qu'on chauffe au gaz ou au pétrole.

A la partie supérieure du couvercle se trouvent fixés un manomètre, une soupape de sûreté, une ouverture destinée à l'introduction du liquide dans l'appareil et le tube de dégagement de la vapeur de formol. Le diamètre intérieur de ce tube est de trois millimètres ; il est mis en communication avec l'autoclave au moyen d'un robinet.

Pour faire fonctionner l'appareil, on introduit dans l'intérieur de l'autoclave la solution commerciale de formaldéhyde à 40 pour 100, additionnée de 4 à 5 pour 100 d'un chlorure neutre ou d'un sel soluble avide d'eau.

Cette manipulation demande quelques précautions quand on emploie le chlorure de calcium : il faut avoir soin de broyer préalablement ce sel ; la dissolution se fait en ajoutant peu à peu le chlorure, afin d'éviter une brusque élévation de température.

Si l'on ajoute le chlorure directement dans l'autoclave avec l'aldéhyde, il faut que le chauffage ait lieu avec de grandes précautions, sans quoi le liquide s'échauffe considérablement, mousse et ne tarde pas à venir obstruer les orifices du manomètre et du tube de dégagement.

L'autoclave ne doit jamais être rempli qu'aux trois quarts avec le mélange de formol et de chlorure de calcium.

On a soin, lorsque l'autoclave est chaud, de resserrer les boulons, afin de ne pas être incommodé par les fuites.

Lorsqu'on a atteint la pression de trois atmosphères, on ouvre avec beaucoup de précaution le robinet de dégagement :

les vapeurs de formaldéhyde se dispersent rapidement dans l'atmosphère. On peut constater que ces vapeurs sont sèches en plaçant un linge sur la trajectoire du jet. Après dix minutes les vapeurs ont déjà atteint les points extrêmes du local à désinfecter.

La durée du fonctionnement de l'appareil est proportionnée à la grandeur de ce local et aussi à la pression.

En un temps donné, la quantité des vapeurs produites varie avec cette pression. La pression ordinaire ne donne qu'un dégagement lent; d'autre part l'emploi d'une haute pression présente des inconvénients nombreux. Une pression de trois atmosphères à trois et demie est suffisante pour le but proposé.

L'appareil peut être muni de plusieurs tubes de dégagement. L'augmentation du nombre de jets multiplie la production de vapeurs et diminue la durée de fonctionnement. Dans ce cas, l'intensité du chauffage doit être accrue.

Un autoclave formogène muni de quatre jets fournit en une heure la quantité de vapeurs nécessaire à la saturation d'un local de plus de cinq cents mètres cubes.

L'appareil peut, indifféremment, être placé soit dans l'intérieur, soit à l'extérieur du local à désinfecter.

D'une manière générale, il est préférable que l'autoclave soit placé en dehors. On peut plus facilement le manier, le surveiller sans s'exposer aux vapeurs de formol et éviter les pertes provenant des entrées et sorties de l'opérateur dans le local saturé de ces mêmes vapeurs.

L'appareil, dans ce cas, se place à dix centimètres environ en dehors de la porte d'entrée de la maison ou de la pièce à désinfecter. Au moyen d'un petit orifice de quatre millimètres de diamètre on fait passer le tube de dégagement de la vapeur. On peut, pour éviter l'inconvénient de ce forage, placer le tube dans l'espace vide d'une serrure préalablement

déplacée. Pour éviter tout dégagement d'odeur dans le voisinage, il est bon de coller, le long des joints de la porte, des bandes de papier.

Quand il s'agit de la désinfection d'un local de petite capacité, comme par exemple d'une chambre de quarante à soixante mètres cubes, l'opération est très simplifiée ; on porte l'autoclave à la température nécessaire pour que sa pression atteigne trois à quatre atmosphères ; l'appareil est ensuite directement placé dans l'intérieur de la chambre.

On l'y abandonne après avoir eu soin d'ouvrir le robinet de dégagement. Après 25 minutes, l'appareil est retiré et peut être utilisé pour d'autres opérations. La porte est soigneusement fermée et ses orifices bouchés soit par de la ouate, soit par des bandes de papier.

On peut, pour combattre l'odeur des vapeurs de formol, employer de l'ammoniaque placée dans un récipient plat.

Il faut une demi-heure pour transformer 5 kilogr. de solution aqueuse de formaldéhyde à 40 pour 100 en vapeurs sèches de formol.

L'appareil formogène étant décrit et son maniement indiqué, nous allons étudier maintenant les résultats qui ont été obtenus par la saturation des locaux au moyen des vapeurs sèches d'aldéhyde formique.

De nombreuses expériences ont été instituées à cet égard.

A Montpellier, il a été fait, sous la direction de M. le professeur agrégé Bosc, des essais de désinfection pratique par les vapeurs de formol obtenues au moyen de l'autoclave, à l'Hôtel-Dieu Saint-Éloi suburbain, dans l'un des pavillons des contagieux.

Le milieu à désinfecter comprenait une grande salle en ogive sur laquelle s'ouvraient deux petites salles. Le cube total à désinfecter était de près de 740 mètres cubes.

L'appareil générateur des vapeurs de formol, installé dans

une petite salle extérieure, fut mis en marche à 9 heures du matin et rapidement porté à une pression de 4 atmosphères. Les vapeurs sèches, portées dans la grande salle à l'aide du tube de dégagement à travers une porte vitrée, dégagées en abondance, amenèrent rapidement, au bout d'une heure, la saturation de la grande salle et des annexes. On laissa fonctionner l'appareil jusqu'à midi. A ce moment, il fut arrêté et on constata qu'il restait encore dans l'autoclave 2 litres de formaldéhyde; 4 litres de la solution avaient donc été consommés.

Avant la mise en marche de l'appareil, les ouvertures extérieures des salles avaient été fermées, comme d'ordinaire, sauf dans les points où il existait des jours trop considérables; ces derniers avaient été bouchés.

Dans les trois salles, on avait disposé de petits carrés de toile de 2 centimètres de côté environ, préalablement stérilisés, puisensemencés avec des cultures jeunes et virulentes de divers micro-organismes : staphylococcus aureus; bacillus coli communis; bacille de la diphtérie; bacille de la morve; bacillus anthracis sporulé; bacillus pyocyanicus; choléra des poules; spores d'aspergillus jeunes; spores de tricophyton. Sur le sol, les lits, les rideaux, divers échantillons de ces microorganismes avaient été disséminés. On en mit, en outre, tout le long d'une bande allant du plafond au ras du sol. Des carrésensemencés furent placés dans le tiroir d'une table de l'annexe, sous des draps amoncelés, dans la poche d'un habit, dans l'intérieur d'un matelas non défait et sous un matelas replié sur lui-même. On disposa également en divers points des poussières recueillies dans le laboratoire d'anatomie pathologique, de la terre prise devant le pavillon des contagieux, et des crachats de tuberculeux, vérifiés au microscope, desséchés sur un linge, ou mélangés à du sable stérilisé, on bien étalés, humides et formant une couche de 1 à 2 millimètres sur des carrés de toile.

Les échantillons ensemencés et disséminés comme nous venons de l'indiquer étaient les uns secs, les autres à peu près secs, d'autres enfin étaient humides et ces derniers contenus ou non dans des tubes laissés ouverts.

Le dégagement des vapeurs de formol dura de 9 heures et demie à midi, soit pendant deux heures et demie. L'appareil étant éteint, on laissa agir le gaz désinfectant pendant près de vingt-quatre heures, jusqu'au lendemain matin 9 heures. A ce moment, les salles sentaient encore fortement l'aldéhyde.

Mais déjà à 5 heures du soir, c'est-à-dire environ après six heures d'action, une première prise avait été faite par M. le docteur Bosc en entrant dans la salle avec précaution, de façon à ne faire pénétrer du dehors que la plus petite quantité d'air possible; divers petits carrés de toile, saisis avec des pinces flambées, avaient été ainsi portés dans des flacons à large ouverture stérilisés.

Une deuxième prise fut faite le lendemain à 9 heures du matin, après environ vingt-quatre heures d'action.

Les résultats de la première prise ont été très satisfaisants. Tous les échantillons retirés et ensemencés une heure après sur bouillon peptonisé alcalin et sur gélose et portés à l'étuve à 37° sont demeurés infertiles, même après un mois. Seules, les poussières du laboratoire ont donné dès le lendemain des cultures de bacillus subtilis dont les spores ont une énorme résistance. Ce fait n'a, d'ailleurs, aucune importance au point de vue de la désinfection pratique, le bacillus subtilis n'étant point pathogène.

On peut donc déjà conclure des résultats de cette première série qu'une durée d'action de cinq heures des vapeurs de formol, à saturation, est suffisante pour tuer les microbes pathogènes, y compris le charbon sporulé, en échantillons secs ou à peu près secs.

La deuxième prise a donné des résultats non moins satisfaisants :

On a recueilli la grande bande portant des échantillons multiples étagés du plafond au ras du sol ; on a retiré également les divers carrés de toile placés un peu partout, sur le sol, les lits, les rideaux, dans la poche de l'habit, au milieu des draps amoncelés, etc.... Ont été recueillis, en outre, des poussières sur les murs de la grande salle, à un mètre du sol, des débris provenant du raclage de ces mêmes murs, ainsi que les échantillons de terre pris devant le pavillon des contagieux.

Ces divers échantillons étaient, comme ceux de la première prise, secs, presque secs ou humides.

Leur ensemencement a donné les résultats suivants :

Après plus d'un mois, les cultures d'échantillons secs ou à peu près secs, pris sur la grande bande allant du plafond au ras du sol, échantillons ensemencés avec différents microorganismes placés en plusieurs endroits, à des hauteurs différentes, les bacilles pyocyanique anthracis sporulé, de la diphtérie, de la morve, le coli-bacille, le staphylocoque, des spores de trichophyton et d'aspergillus, ont été infertiles.

Ceci prouve donc que les vapeurs de formaldéhyde ont agi avec la même énergie dans les parties supérieure, moyenne et inférieure de la grande salle, puisque les échantillons du sommet, du bas et du milieu de la bande ont été désinfectés.

Ces vapeurs ont agi encore avec une égale intensité dans tous les points de la salle considérée dans sa longueur (quinze mètres) et dans ses annexes. Tous les échantillons dispersés sur les lits, le sol et les rideaux de la grande salle sont en effet demeurés stériles.

Les spores d'aspergillus et de trichophyton ont été tuées à l'état de poussières sèches dans un long flacon débouché. Il en a été de même pour des cultures de trichophyton sur gélose dans des tubes à essai débouchés ; leur partie superficielle a été chitinisée, comme tannée.

Ces parties superficiellesensemencées n'ont pas poussé, mais les parties profondes ont donné des colonies mycéliennes avec un retard appréciable dans leur développement.

Les ensemencements des échantillons placés dans la poche d'un habit et dans un matelas replié sur lui-même n'ont donné aucun résultat.

Il n'en a pas été de même pour les échantillons placés au milieu de draps de lits mis en tas ou au centre d'un matelas : la laine d'un matelas non défait a donné des cultures vivaces de streptocoques, ce qui prouve que, si les vapeurs de formol ont un grand pouvoir de pénétration, ce pouvoir ne dépasse pas certaines limites.

Les poussières sèches, même sur une certaine épaisseur, peuvent être considérées comme désinfectées ; les cultures n'ont pu y déceler que du *bacillus subtilis*.

Les poussières prises sur les murs et les débris provenant du raclage de ces derniers ont laissé divers milieux complètement stériles, ou bien ont donné encore du *subtilis*.

Toutes les expériences que nous venons de relater ont été faites avec des échantillons secs ou à peu près secs.

Afin de se rendre compte du degré d'action des vapeurs de formol sur des échantillons humides exposés directement aux vapeurs, soit sur des bandes, soit sur des lits, soit enfermés dans des tubes à essai débouchés, M. le docteur Bosc a fait des essais de culture avec ces divers échantillons. Les résultats ont été satisfaisants et les cultures des différents microbes soumis à ces expériences ont été stériles, sauf celles du *bacillus anthracis* sporulé, et du coli-bacille qui se sont développées quelques jours après l'ensemencement.

Des essais ont été faits avec des crachats tuberculeux, contenant de nombreux bacilles de Koch, étalés en couche de un à deux millimètres sur des carrés de toile et exposés tout frais aux vapeurs de formol. A la fin de l'expérience, leur surface

était durcie, de même que l'intérieur, mais le raclage de la toile permettait de les enlever facilement et de constater qu'ils étaient encore humides.

Ces crachats, injectés sous la peau de trois cobayes en quantité considérable, n'ont produit qu'une inflammation passagère aux points d'inoculation. Deux mois après, les cobayes étaient encore parfaitement sains.

Les expériences de M. le Dr Bosc nous montrent donc combien grand est le pouvoir bactéricide des vapeurs de formol, puisqu'elles ont été assez énergiques pour détruire tous les germes pathogènes exposés à leur action, secs ou même humides, à la seule condition qu'elles aient pu les aborder assez largement.

Des essais du même genre que ceux que nous venons de citer ont été faits tout récemment par M. le professeur agrégé Bosc à l'infirmerie du Petit Lycée de Montpellier. Les résultats obtenus n'ont pas été moins concluants que les précédents. Tous les microbes pathogènes, de même que les spores de champignons pathogènes mis en contact avec les vapeurs de formaldéhyde ont été tués.

Seules, les poussières du sol ont donné, comme dans les expériences de l'hôpital suburbain, des cultures de bacillus subtilis, ce qui est de nulle importance au point de vue de la désinfection pratique.

Des expériences de désinfection pratique par les vapeurs de formol ont été faites à Lyon par MM. le docteur Roux et Trillat. Les résultats qu'ils ont obtenus viennent confirmer ceux du docteur Bosc.

Leurs essais ont porté sur des locaux dont la capacité variait de soixante-dix à mille quatre cents mètres cubes et ils ont été exécutés en se plaçant dans des conditions absolument pratiques.

La destruction des germes pathogènes a été absolue lors-

que ces germes étaient librement exposés aux vapeurs de formol.

La stérilisation des poussières de l'air et de celles des parois des locaux a été à peu près absolue.

IV

Conditions pratiques de désinfection par les vapeurs de formol.

Des expériences que nous avons mentionnées ci-dessus, il nous est maintenant facile de déduire dans quelles conditions pratiques on peut obtenir une désinfection efficace au moyen des vapeurs de formaldéhyde produites rapidement et en grande quantité par l'autoclave de Trillat.

Combien de temps doit-on laisser marcher l'autoclave pour obtenir un effet suffisant et par quels procédés est-il possible d'apprécier l'action des vapeurs de formaldéhyde ? Des expériences très intéressantes faites à ce sujet par M. Trillat l'ont amené aux résultats suivants :

Il a démontré qu'on pouvait arriver à mesurer la puissance de pénétration des vapeurs de formol en profitant de la propriété que possède l'aldéhyde formique de se combiner avec diverses matières albuminoïdes et d'insolubiliser la gélatine, ou bien encore de l'action exercée sur les matières colorantes.

Une expérience entre plusieurs autres montre bien l'action que possède le formol sur les substances albuminoïdes :

Sous une cloche on place une capsule contenant quelques grammes de la solution commerciale de formol. Dans une autre capsule on place de l'albumine provenant d'un œuf frais. Après dix jours, l'albumine se transforme en une masse vitreuse extrêmement dure, insoluble dans l'eau et la plupart des réactifs.

Voici de quelle façon Trillat a utilisé cette réaction pour étudier et suivre la marche d'une désinfection :

On fait une dissolution d'une partie de gélatine dans une partie d'eau, et au moyen d'un pinceau on badigeonne de petits carrés de verre de trois à quatre centimètres de côté. Ces petits carrés sont disposés dans les diverses parties d'un local : au rez-de-chaussée, dans les étages supérieurs, soit librement exposés à l'action des vapeurs, soit renfermés dans des placards ou sous des obstacles. On reconnaît que les vapeurs de formol ont atteint la gélatine en ce que celle-ci est devenue insoluble ; pour le voir, il suffit de plonger les petits carrés de verre dans l'eau bouillante. La pellicule se détache dans le cas d'insolubilisation.

L'action du formol, sur certaines matières colorantes, est basée sur les observations suivantes, dues à M. Trillat :

D'une manière générale, les couleurs qui subissent des transformations sous l'influence des vapeurs aldéhydiques appartiennent à des groupes amidés dans lesquels un ou plusieurs atomes d'hydrogène sont libres : la fuchsine, la safranine entre autres. Il se forme une condensation avec élimination d'eau et le résidu méthylénique vient se substituer à la place des hydrogènes. La transformation a pour résultat de bleuer les matières colorantes rouges et de les nuancer de gauche à droite dans la disposition des raies du spectre ; ce n'est donc pas une dégradation de couleurs, mais, au contraire, un renforcement avec modifications dans la teinte.

L'application de cette réaction à l'étude de la désinfection par les vapeurs d'aldéhyde formique se fait de la façon suivante :

On teint, dans une dissolution de fuchsine, une petite bande d'étoffe de soie et on la coupe en carrés de 1 centimètre de côté. Ces échantillons sont placés, comme dans l'expérience précédente avec la gélatine, dans différentes conditions et en

divers points de l'endroit dans lequel on expérimente. La transformation de la teinte rouge en une teinte bleu-violet sera la preuve que les échantillons auront subi le contact des vapeurs aldéhydiques.

Par la combinaison de ces deux méthodes, on arrive à des résultats d'une précision encore plus grande. Dans ce cas, voici comment l'on opère :

On fait d'abord une dissolution de gélatine dans l'eau et l'on additionne de quelques gouttes d'une solution de fuchsine. Pendant que le mélange est encore chaud, on le coule dans un cylindre de verre de 5 à 6 centimètres de diamètre et d'une hauteur égale à ce diamètre. Le bloc de gélatine, coloré en rouge, est retiré du cylindre; une fois refroidi, il peut servir pour les expériences. Si l'on soumet ce bloc à l'action des vapeurs de formol, ses parties extérieures ne tardent pas à subir la transformation en violet-bleu. Cette transformation est d'autant plus profonde que la durée d'action des vapeurs aura été plus longue et plus intense. En pratiquant des coupes dans les cylindres, la circonférence de démarcation entre les deux teintes donnera une indication claire et précise du degré de pénétration des vapeurs. On peut, par ce procédé, en disposant plusieurs blocs dans différentes parties d'un local, étudier si l'intensité d'action des vapeurs de formol est la même partout.

Ces divers procédés, facilement applicables dans la désinfection pratique, indiquent donc le moment où l'action du formol s'est suffisamment exercée dans le local que l'on veut désinfecter.

Le temps de marche de l'autoclave varie évidemment avec les dimensions de l'appareil, le nombre de tubes de dégagement et la capacité de l'espace à désinfecter.

Avec un appareil ordinaire, à un seul jet, une demi-heure suffit pour désinfecter un petit appartement de 40 à 60 mètres

cubes, par exemple. Si la capacité du local est beaucoup plus considérable, la saturation n'est obtenue qu'après un temps plus long.

Des expériences de M. le docteur Bosc montrant que la plupart des germes pathogènes sont détruits après six heures d'action des vapeurs d'aldéhyde formique, on peut tirer cette conclusion qu'après avoir laissé agir les vapeurs de formol à saturation pendant une demi-journée environ, on obtient une désinfection parfaite dans la pratique.

Les vapeurs de formol disparaissent très rapidement quand, la désinfection étant terminée, on ménage des courants d'air dans la pièce.

Un quart d'heure après, on peut rentrer dans l'appartement. Après quelques heures de ventilation, il ne reste plus aucune odeur, quand on ferme.

Les vapeurs de formol présentent sur la plupart des autres désinfectants ce précieux avantage de n'avoir aucune action nuisible sur les objets mobiliers. Elles ne détériorent aucun des objets de toute nature et de toute couleur qui se trouvent dans le milieu à désinfecter.

Nous avons vu que, pour que la désinfection soit efficace, il était nécessaire que les vapeurs de formaldéhyde puissent aborder le plus largement possible tous les points de l'objet. Aussi devra-t-on éviter les amoncellements de draps ou d'objets qui se tassent, étendre les linges et les habits sur des cordes ou sur le sol; on retournera les poches des vêtements et on éventrera les matelas pour en étendre la laine.

La quantité de solution commerciale de formaldéhyde chloralcique nécessaire pour la désinfection de 100 mètres cubes peut être fixée à environ un demi ou trois quarts de litre.

Le prix du formol étant actuellement de 4 francs le litre en moyenne, prix qui très probablement s'abaissera encore,

on voit donc que, pour 100 mètres cubes, la dépense est d'environ 3 francs.

La modicité du prix de revient est par conséquent un argument de plus en faveur de l'emploi du formol comme désinfectant dans la pratique.

Les études qui ont été faites sur l'action physiologique et la toxicité du formol, prouvent que ses vapeurs ne sont pas nuisibles. Le fait suivant qui nous est rapporté le démontre : Des ouvriers d'une fabrique de produits chimiques travaillant dans une atmosphère saturée de vapeurs aldéhydiques, se portent très bien et s'accoutument facilement à son odeur particulière et pénétrante.

CONCLUSIONS

I. — Le formol ou formaldéhyde du commerce est la solution d'aldéhyde formique à 40 pour 0/0 ou plus ordinairement à 38 pour 0/0 dans l'eau. Cette solution se polymérise facilement lorsque la concentration devient supérieure à 50 pour 0/0, d'où la difficulté d'évaporer l'aldéhyde formique de ces solutions.

II. — La désinfection par les vapeurs naturelles de formol est difficile, trop coûteuse et d'ailleurs insuffisante. La désinfection par les pulvérisations de liquides laisse sur les parties qui y sont soumises des produits de polymérisation très adhérents et d'odeur pénétrante.

III. — Le seul procédé pratique est la désinfection par les *vapeurs sèches* de formol. On peut les obtenir avec des lampes formogènes dans lesquelles l'aldéhyde formique est générée directement par le passage d'alcool méthylique sur des lames de platine incandescentes. Mais les lampes ne produisent que des quantités insuffisantes de formol et pourraient fournir de l'oxyde de carbone.

IV. — Le meilleur procédé qui est le moins coûteux, le plus énergique et qui peut servir également pour les grands et petits volumes à désinfecter, est le chauffage à une pression élevée de formol chloro-calcique (100 grammes de chlorure de calcium pour un litre d'eau). Il se dégage des vapeurs sèches très abondantes permettant la saturation rapide des plus grands espaces (autoclave de Trillat).

V. — Ces vapeurs sèches à saturation tuent rapidement tous les germes pathogènes, à condition que les vapeurs puissent les aborder facilement, et les spores de champignons sont détruits au même titre que les microbes. C'est ce que démontrent les recherches pratiques de Roux et Trillat, Bosc, etc.

VI. — Dans la désinfection pratique, on peut compter sur la stérilisation complète des surfaces et des poussières sur une certaine épaisseur. Lorsque le contact est difficile, le résultat est plus précaire. Aussi devra-t-on étaler les objets en surface.

VII. — L'action des vapeurs de formol est moins intense sur les objets humides, mais les expériences de Bosc démontrent que la désinfection est possible.

VIII. — Le bacille de la tuberculose est rapidement tué dans les poussières, et les crachats desséchés ; il peut être détruit dans les crachats humides, disposés sur une faible épaisseur.

IX. — Les vapeurs de formol saturant tout le volume d'un appartement, la désinfection se fera bien dans tous les points. On pourra utiliser cette propriété pour la désinfection de tout un appartement : un appareil disposé en un point désinfectera toutes les pièces qui sont en communication.

X. — Le temps de marche de l'appareil générateur sera variable suivant les dimensions des salles à désinfecter. Une demi-heure de marche du petit appareil à un seul jet est suffisante pour une salle de 60 mètres cubes. Le moment de saturation, moment où par suite on pourra arrêter le dégagement de vapeurs est indiqué par la réaction de la gélatine fuchsinée. La saturation obtenue, on laisse agir les vapeurs dans le local pendant quatre à six heures. Au bout de ce temps la désinfection est obtenue.

XI. — Les vapeurs de formol piquent les muqueuses, mais ne sont pas toxiques. Au bout de quatre à cinq heures de ventilation, l'appartement peut être habité.

XII. — Ces vapeurs n'altèrent aucun objet et ne modifient pas leur couleur.

XI — Les vapeurs de formol piquent les muqueuses, mais ne sont pas toxiques. Au bout de quatre à cinq heures de ventilation, l'appareil peut être habité.

XII — Les vapeurs altèrent aucun objet et ne modifient pas leur contenu.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- A. TRILLAT. — Comptes rendus de l'Académie des sciences (1892-1894-1895).
H. ARONSON. — Ueber die antiseptischen Eigenschaften der Formaldehyds (Berlin. Klin. Wochenschr., 1892).
BERLIOZ. — Étude sur la formaldéhyde (Dauphiné méd., Grenoble, 1892).
TRILLAT. — Journal des nouveaux remèdes (1894 et 1896).
G. BARDET. — Bulletin général de thérapeutique (1895).
G. ROUX et TRILLAT. — Annales de l'Institut Pasteur, 25 mai 1896.
J.-F. BOSC. — Annales de l'Institut Pasteur, 25 mai 1896.
-

Vu et permis d'imprimer :
Montpellier, le 24 juillet 1896.
Pour le Recteur :
L'Inspecteur d'Académie délégué,
L. YON.

Vu et approuvé :
Montpellier, le 24 juillet 1896.
Le Doyen,
MAIRET.

SERMENT

En présence des Maîtres de cette Ecole, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Être suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent, et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime, si je suis fidèle à mes promesses ! Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères, si j'y manque !